

# CONSIDERACIONS SOBRE L'ENGINYERIA PER A L'ESTALVI D'AIGUA AL SECTOR DOMÈSTIC A CATALUNYA

Joaquim Lloveras Macià

Dpt. de Projectes

ETSEIB - UPC

## RESUM

Catalunya, com a molts altres indrets, aprofita els seus recursos hidrològics en sistema de cicle obert, el qual és basa en explotar les reserves d'aigua existents en els embassaments o a la capa freàtica, per posteriorment: potabilitzar-la, utilitzar-la, depurar-la, i retornar-la als rius i al mar, sense quasi reutilitzar-la.

En canvi el sistema de cicle tancat reutilitza l'aigua ja usada regenerant-la repetides vegades, tal i com és fa en les naus espacials. En el cas que Catalunya apostés pel sistema de cicle tancat de regeneració d'aigua, baixarien les necessitats totals d'aigua. Aquesta regeneració de l'aigua és costosa i el primer que cal és estalviar en el consum amb l'ajut de tecnologia apropiada.

El consum en el sector domèstic necessita millorar les tecnologies d'estalvi d'aigua, i encara que aquest és un percentatge modest respecte el consum global, adquireix força importància quan en períodes de sequera cal garantir el consum imprescindible a les poblacions del país. Caldria també fer projectes d'enginyeria en la recerca de tecnologies més eficients de l'aigua en el sector domèstic.

*Paraules clau:* Tecnologies estalvi aigua en habitatges, reutilització, regeneració.

## 1. INTRODUCCIÓ

Catalunya disposa d'uns certs recursos d'aigua de pluja que el seu clima li permet. La tendència en els últims anys, possiblement a causa del canvi climàtic, és que aquests recursos minvin.

L'augment de la pressió demogràfica sobre el territori ha fet que el consum d'aigua hagi pujat en els últims anys. En el darrer episodi de sequera -la primavera de 2008- es va arribar a nivells molt baixos en les reserves d'aigua als embasaments (21%), i la població catalana va seguir dia a dia les discussions tècniques i polítiques a través dels mitjans informatius. S'ha vist com la transparència informativa és cabdal per tenir una

resposta positiva de la població, doncs durant el període de sequera el consum domèstic a l'àrea de Barcelona va baixar més del 10% respecte l'habitual (ja de per sí ja baix: de l'ordre de 110 litres per persona i dia).

Especialment per l'aigua i l'energia, calen solucions tècniques i també polítiques. El coneixement de totes les dades que conformen el sistema permetrà des d'una òptica tècnica saber les millors possibilitats d'actuació i, per tant, aconsellar perquè es prenguin les millors decisions polítiques. La política ha de dir l'última paraula entre les alternatives presentades pels tècnics, en el ben entès que ni uns ni altres estan influïts per altres interessos.

Antigament a les masies catalanes, com la de la figura 1, eren bàsicament autosuficients. Els seus habitants gestionaven els recursos d'aigua, d'energia i d'aliments que tenien a l'abast. A més, tenien excedents agrícoles o ramaders amb els què comerciaven. Recollien l'aigua de pluja en cisternes per al seu ús posterior, recollien llenya del bosc per escalfar-se, cuinar o per construcció, i els excrements dels animals servien per adobar la terra dels cultius. Era la tecnologia de l'època. És clar, però, que els requeriments d'aigua o d'energia per persona eren diferents que els actuals.



Fig. 1. Masia Catalana

Avui dia, trobem alta tecnologia en el cicle de l'aigua a l'Estació Espacial Internacional (Fig. 2), que aconsegueix una certa autosuficiència en llargs períodes de temps. L'aigua es purifica i es regenera per als usos dels astronautes una i altra vegada - igualment amb l'aire que respiren-, doncs tenen un espai vital reduït. És un sistema de cicle tancat que utilitza l'energia solar pel seu funcionament.

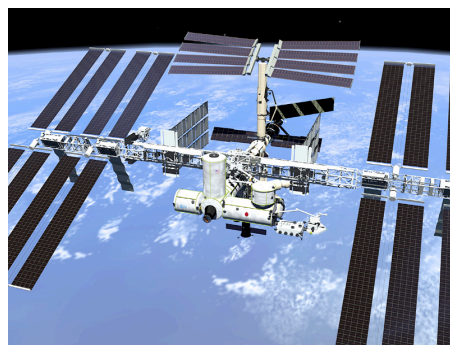


Fig. 2. Estació Espacial Internacional (ISS)

La naturalesa en el nostre planeta regenera constantment l'aigua usada i la torna a fer potable. Tot el planeta actua com a cicle tancat. De fet, quan una persona beu un vas d'aigua molt probablement algunes de les molècules d'aquesta aigua han estat begudes - per exemple- per un dinosaure o tal vegada per un famós personatge històric. Així mateix passa amb les molècules d'aire que respirem. Hi ha una regeneració constant, i vés a saber per on han passat i per on passaran...

Existeix tecnologia de depuració i regeneració d'aigua pels habitatges, encara que és cara i ocupa bastant d'espai. Si s'apliqués aquesta tecnologia de regeneració a l'aigua usada de Barcelona o d'altres ciutats catalanes segurament no caldria a Catalunya cap dessalinitzadora, o cap transvasament, inclús sobraria algun que altre embassament. Sols es necessitaria una petita aportació d'aigua de pluja en aquest cicle tancat per compensar l'aigua de l'evaporació i altres pèrdues. Aquesta tecnologia de purificació i regeneració existeix i ha començat a ser usada tant per pobles o ciutats com per a vivendes aïllades, però pot implantar-se molt més a Catalunya amb la finalitat de l'estalvi d'aigua. La depuració i posterior potabilització de l'aigua té un cost, i per abaratir aquest cost el que primer cal fer és tenir millors tecnologies que estalvien l'ús de l'aigua en els punts de consum.

Catalunya no té gran riquesa d'aigua ni d'energia, però té un bon nivell d'enginyeria. Aquesta conjunció pot representar un salt qualitatiu en la recerca i gestió de l'aigua i de l'energia que doni unes solucions tecnològiques per ajudar a fer un bon ús d'aquests recursos. Aquestes solucions podrien ser aplicades a Catalunya o a altres llocs que tinguin aquests mateixos problemes. Calen, per tant, unes estratègies conjuntes per desenvolupar aquestes tecnologies.

L'agricultura a Catalunya és el gran consumidor dels recursos hídrics, amb més d'un 70% del total, i per ser més eficient caldria per una banda cultivar espècies adaptades al clima que no exigeixen massa aigua, i per altra banda millorar el rendiment del reg. El consum d'aigua en el sector industrial és més eficient que l'agrícola, però també en el sector domèstic es pot aconseguir més eficiència. En el futur, amb una bona tecnologia, no ens haurien de preocupar els períodes de sequera.

## 2. L'AIGUA A CATALUNYA

Es un fet que el règim de precipitacions en el clima mediterrani és irregular, i per això s'han fet dipòsits (embassaments) que abasteixen d'aigua constantment als punts de consum. Cal fer un exhaustiu inventari de l'aigua de la què es pot disposar per tenir fiabilitat en el subministrament [1].

Per estalviar aigua en el consum domèstic, semblen lògics els següents passos en ordre de prioritat (suposant una programació a anys vista):

- Conscienciació ciutadana

El primer que cal fer és augmentar la conscienciació ciutadana envers l'estalvi d'aigua, doncs per molta tecnologia que es faci, si no hi ha conscienciació, poc es farà. També hi ajuda que es penalitzi econòmicament el consum excessiu o que la legislació doni suport a l'estalvi.

- Estalviar en el consum

Els ajuts tècnics per contribuir a l'estalvi i a la gestió eficaç de l'aigua són imprescindibles. Sobretot en l'aigua que es necessita -sense gastar-ne més- per rentar-se les mans, per dutxar-se, per rentar la roba o en la descàrrega del WC. S'ha avançat en aquestes tècniques, però encara es pot avançar més.

- Reaprofitament

Reutilitzar les aigües i donar-li més d'una utilitat. Les aigües grises del lavabo o de la dutxa poden reaprofitar-se per a la descàrrega del wàter, per regar, o per altres usos que no requereixin aigua potable. Això implica uns circuits d'aigua diferenciats que normalment no són als habitatges. Aquest doble ús de l'aigua a la vivenda faria baixar l'aigua que es necessita per persona, i és un pas intermig vers el sistema de cicle tancat.

- Millor aprofitament dels recursos naturals propers

Seria interessant, per exemple, que es recollís l'aigua de pluja també a nivell d'habitatge o en petites superfícies prop del consum. Això faria baixar les necessitats d'aigua dels seus habitants i, en conjunt, l'aigua necessària per a la població. També es podrien desenvolupar altres tècniques, com la utilització d'aigua freàtica del lloc, amb una extracció controlada, l'aprofitament de la condensació de la humitat de l'aire, de l'evotranspiració de les plantes, etc. Seria necessària, per tant, tecnologia adient i espai pels dipòsits d'acumulació d'aigua.

- Regeneració

Regeneració de totes les aigües usades. Cicle tancat de l'aigua.

D'aquesta manera sols serà necessari reposar les pèrdues del sistema amb aigua de recursos "propis", provinents de rius o de pous de les conques internes catalanes per a l'abastiment de l'àrea metropolitana de Barcelona, Girona o Tarragona. I com a última solució es plantejaria la cerca d'altres recursos, com la obtinguda per dessalació d'aigua de mar (tot i que consumeix molta energia), del transvassament d'aigua d'altres conques hidrogràfiques o del transport d'aigua des d'altres llocs.

Cal, però, un estudi energètic i econòmic, i també un canvi de mentalitat en l'ancestral ús de l'aigua en cicle obert. De totes maneres hi ha coses que, encara que no siguin econòmicament amortitzables, cal fer. I l'estalvi d'aigua és una d'elles.

Aquest article incideix en les tecnologies d'estalvi d'aigua en el consum domèstic, que és un dels aspectes que l'enginyeria pot desenvolupar.

### 3. LA TECNOLOGIA D'ESTALVI D'AIGUA ALS HABITATGES

És fàcil fer una gestió de l'aigua i de l'energia que estalviï recursos en una vivenda unifamiliar que gaudeixi de jardí, doncs pot arribar a una certa autosuficiència. Menys fàcil es fer-ho a uns habitatges de 7 ó 8 pisos a la ciutat i molt menys als gratacels, que necessiten captar quasi tots els recursos d'altres llocs.

En tot habitatge hi ha d'haver aigua per a les necessitats vitals de beure (per persones i animals de companyia, o per les plantes) i per cuinar aliments. També hi ha d'haver aigua per la higiene, per eliminar la brutícia i prevenir malalties, per rentar-se les mans o dutxar-se, per rentar la roba, per rentar la vaixel·la, o per rentar parts del propi

habitatge. I si l'habitatge té un espai exterior amb jardí: aigua per regar arbres i plantes, o per altres usos com rentar el cotxe, omplir la piscina, o per una font ornamental.

Totes aquestes demandes en cas de restriccions tenen prioritats diferents en un cicle obert de gestió de l'aigua, però podrien satisfer-se totes en un cicle tancat de regeneració de l'aigua. El sistema de cicle tancat d'aigua pot fer-se en infraestructures comunitàries a la ciutat, mentre que les solucions individualitzades serien més adients en urbanitzacions de baixa densitat.

Calen tecnologies que tendeixin cap un consum mínim imprescindible. Per exemple, existeixen limitadors de cabal de l'aixeta de lavabo o de la dutxa que redueixen el 50% de l'aigua que podrien subministrar. En aquest sentit, també hi ha sistemes que arriben fins al 95% d'estalvi i que funcionen suficientment bé -en alguns casos sols per aigua freda. Als lavabos o als urinaris públics s'estalvia aigua donant-la només quan hi ha demanda, quan es detecta presència (com fan les aixetes electròniques). Existeixen urinaris que no gasten aigua, i existeixen sistemes d'evacuació de l'inodor per buit i que consumeixen ben poca aigua, tal com ho tenen els avions, i inclús altres sistemes d'inodors que no en gasten gens [2]. Pot ser que aquestes tecnologies s'apliquin en el futur als habitatges i d'aquesta manera es consumeixi menys aigua. En rentadores de roba o rentavaixelles existeixen aparells de classe energètica i d'estalvi d'aigua: A. Són màquines que pel procés que fan són molt eficients, però es possible avançar encara més en l'estalvi canviant el tipus de procés. Per la neteja de la casa existeix la tecnologia de vapor a pressió que consumeix poca aigua en comparació al clàssic cubell i escurridor, però que consumeix energia.

Si la casa disposa de jardí amb plantes i arbres per regar, existeixen sistemes gota a gota que tenen millor rendiment que el reg tradicional per inundació. Si hi ha piscina, existeixen sistemes que depuren l'aigua i aquesta pot ser reutilitzada sempre. Però hi ha piscines naturalitzades que regeneren l'aigua aprofitant els mitjans biològics naturals i que consumeixen menys energia que les anteriors. Caldria però, reomplir l'aigua perduda per evaporació comptant també les d'evapo-transpiració dels vegetals.

Si el promig de pluja a Barcelona és de 515 litres per  $m^2$  i any, i el consum per persona i dia és d'uns 100 litres (36500 litres/any), els  $m^2$  teòrics que cada persona necessita per ser autosuficient sols amb aigua de pluja són uns 71  $m^2$ . Si es tingués 150  $m^2$  de superfície de captació, això suposaria que podrien ser autosuficients 2.1 persones. Caldria, però, aplicar factors d'eficiència i tenir present que cada any plou diferentment. En la taula I, es donen diferents valors teòrics: és clar que quan més estalvi d'aigua en litres/persona i dia, es consumeix menys o es reutilitza més aigua (cicle més tancat), i, per tant, més persones poden ser autosuficients amb menys  $m^2$  de captació de pluja.

TAULA I

NOMBRE TEÒRIC DE PERSONES AUTOSUFICIENTS, DEPENDENT DE LA SUPERFÍCIE DE CAPTACIÓ ( $m^2$ ) D'AIGUA DE PLUJA I DEL SEU CONSUM (LITRES / PERSONA I DIA)

l/pers i dia	120	100	60	30	10
$m^2$ captació					
100	1.2	1.4	2.4	4.7	14.1
150	1.8	2.1	3.5	7.1	21.2
200	2.4	2.8	4.7	9.4	28.2
12400	146	175	292	583	1750

Suposant una densitat de 35590 habitants/Km<sup>2</sup> a Barcelona, el promig d'habitants d'una illa de l'eixample (12400 m<sup>2</sup>), seria de 441. Suposant que es recollís l'aigua de pluja que cau en tota aquesta illa, seria suficient per mantenir els seus habitants si aquestos consumissin 40 litres per persona i dia. Altres càlculs donen com a nombre d'habitants d'una illa: 1600, i en aquest cas l'autosuficiència seria d'uns 11 l/p i dia.

Aquestos són valors teòrics que caldria refer-los en la pràctica, però demostren la possible autosuficiència tancant el cicle de l'aigua. A més, Barcelona també disposa d'aigua de pous, que la feien autosuficient fins els anys 50 de passat segle XX.

En el Departament de Projectes de l'ETSEIB s'han fet alguns treballs acadèmics referents a la gestió i l'estalvi d'aigua [3], [4], [5], [6].

#### 4. CONCLUSIONS

Ja existeixen algunes tècniques que podrien estalviar molta aigua a les llars, però no s'implanten massivament per falta d'hàbit i pel cost que suposa. S'ha d'anar cap a cicles tancats en el consum d'aigua. L'estalvi d'aigua que es pot aconseguir és molt gran respecte el sistema actual de cicle obert. El sector domèstic representa un percentatge relativament modest respecte al total d'aigua que es consumeix, però adquireix importància en els moments de gran sequera, quan cal assegurar el subministrament imprescindible a grans poblacions, com és el cas de la ciutat de Barcelona.

La millora d'aquestes tècniques i la recerca de noves per minorar el consum d'aigua han de fer-se per mitjà de l'aportació de noves idees i de fer proves per a comprovar solucions. A Catalunya caldria dedicar una part dels esforços d'enginyeria a la recerca i desenvolupament de tecnologia per a l'estalvi d'aigua en el consum domèstic.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Folch, Discurs de cloenda de: Criteris for a new water culture, Catalan perspective on Water, and Technical water Forum -Forum Politècnic de l'aigua, STD Seminar organized by UPC. Aula Master, C. Nord, Barcelona, 10/06/2008.
- [2] [www.urimat.es/](http://www.urimat.es/) ; [www.separett.eu/](http://www.separett.eu/) ; [www.ecosan.org/](http://www.ecosan.org/) ; [www.drytoilet.org/](http://www.drytoilet.org/)
- [3] Aixetes electròniques, patents: ES2107932, ES2128269, ES2168181, ES2212864
- [4] Patent ES2257162: "Sistema de riego en viviendas por condensación mediante efecto Peltier".
- [5] E. Ávila, E. Llongueras, A. García-Carrillo, J. Lloveras. "¿Cuanto cuesta desalinizar el agua de mar?" *Gestión de Hoteles y Empresas Turísticas. Revista Técnica de Gestión y Equipamiento de Hoteles*. Ed. Alción. Año III. Nº 5, Madrid. Septiembre-Octubre 1996, pp. 42-46.
- [6] P. Ramonell. "Diseño de un sistema integrado de aprovechamiento de aguas grises y pluviales en el hotel rural Son Xotano (Sencelles Mallorca)". Projecte Final de Carrera, ETSEIB, 2007.